

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

61

Int. Cl.:

C 22 c, 39/16

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 40 b, 39/16

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 2 148 421

Aktenzeichen: P 21 48 421.9

Anmeldetag: 28. September 1971

Offenlegungstag: 27. April 1972

Ausstellungspriorität: —

20

Unionspriorität

32

Datum: 23. Oktober 1970

33

Land: Österreich

31

Aktenzeichen: A 9557-70

54

Bezeichnung: Korrosionsbeständiger, gegen Erhitzung auf hohe Temperaturen unempfindlicher, ferritischer Chromstahl

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Schoeller-Bleckmann Stahlwerke AG, Wien

Vertreter gem. § 16 PatG: Berg, W. J., Dipl.-Chem. Dr. rer. nat.; Stapf, O. F., Dipl.-Ing.; Patentanwälte, 8000 München

72

Als Erfinder benannt: Woltron, Klaus, Dipl.-Ing., Ternitz (Österreich)

DT 2148421

2148421

28. Sep. 1971

Anwaltsakte 21 647

(33146)

Schoeller-Bleckmann Stahlwerke Aktiengesellschaft in Wien

Korrosionsbeständiger, gegen Erhitzung auf hohe Temperaturen unempfindlicher, ferritischer Chromstahl

Ferritische Chromstähle mit ungefähr 18 % Chrom und Kohlenstoffgehalten unter 0,15 % zeigen nach Erwärmung auf Temperaturen über 1000° C und Abkühlung auf Raumtemperatur starke Versprödungserscheinungen. Diese Versprödung wird bei unstabilisierten Stählen dem an den Korngrenzen auftretenden Martensitnetzwerk zugeschrieben. Durch den Zusatz von Karbidstabilisatoren, wie Titan und Niob, wird die Bildung von Austenit an den Korngrenzen, der beim Abkühlen zu Martensit umklappt, unterbunden. Die Ausbildung fein verteilter Titankarbonitride hemmt das bei hoher Temperatur stattfindende Kornwachstum, welches ebenfalls zum Teil für die Verminderung des Formänderungsvermögens verantwortlich ist. Auch bei stabilisierten Stählen tritt nach Erhitzung auf Temperaturen über 1000° C jedoch immer noch eine Versprödung ein, obwohl kein Martensit an den Korngrenzen festgestellt werden kann.

Die Gefahr eines Bruches bei stoßartiger oder schwingender Beanspruchung ist bei einem derartig versprödeten Stahl groß. Es fehlte daher nicht an Versuchen, der mit einer Härtesteigerung einhergehenden Versprödung sowohl von der legierungstechnischen Seite her als auch durch Wärmebehandlungsmaßnahmen zu begegnen.

D Es ist bekannt, daß durch Glühen bei 850° C eine Wiederherstellung der Duktilität versprödeter, ferritischer Chromstähle möglich ist. Allerdings ist in zahlreichen Fällen eine solche Glühung nicht möglich, da entweder die entsprechenden Öfen nicht zur Verfügung stehen oder es bei aus solchen ferritischen Chromstählen gefertigten Werkstücken die Nebenwirkungen einer Wärmebehandlung (Verzunderung) nicht zulassen oder vom Fertigprodukt aus gesehen nicht mehr in Betracht gezogen werden können.

D Die bekannten ferritischen Chromstähle mit maximal 0,10 % Kohlenstoff, 16,5 - 17,5 % Chrom, 1,6 - 1,9 % Molybdän und einem Titananteil des sieben- bis achtfachen Kohlenstoffgehaltes haben wegen ihrer guten Korrosionsbeständigkeit, der hohen Kaltverformbarkeit und einer ausreichenden Schweißbarkeit breitere Anwendung gefunden. Als geeignete Wärmebehandlung wird für diese Stähle eine Luftabkühlung oder Wasserabschreckung von 850° C empfohlen. Wesentliche Bedeutung kommt der zähen  $\alpha$ -Phase zu, zu deren Beeinflussung entsprechend abgestimmte Wärmebehandlungsverfahren vorgeschlagen werden. Bei diesen

Stählen erweist es sich aber, daß die Sprödigkeit nach Abschrecken von hohen Temperaturen ( $> 1000^{\circ}\text{C}$ ) nicht im gewünschten Ausmaß vermindert werden kann. Der Titanzusatz bei den ferritischen Chromstählen wurde der Höhe nach so bemessen, daß eine Ausbildung von Austenit, der sich beim Abkühlen zu Martensit umwandelt, verläßlich verhindert wird. Titan beeinträchtigt bekanntlich die Reinheit des Stahles, sodaß im Hinblick darauf die zugesetzte Menge praktisch mit dem achtfachen Kohlenstoffgehalt beschränkt blieb.

Beim Schweißen dieser ferritischen Stähle werden Temperaturen von  $1000^{\circ}\text{C}$  und mehr erreicht, wodurch die Zähigkeit abnimmt und die Versprödung unter Umständen durch eine Glühbehandlung eliminiert werden muß. Damit ist aber der Einsatz dieser Stähle überall dort nicht möglich, wo eine solche Wärmebehandlung nicht stattfinden kann oder Beanspruchungen auftreten, bei denen eine solche Sprödbrechempfindlichkeit nicht zulässig ist.

Die Erfindung betrifft korrosionsbeständige, schweißunempfindliche, ferritische Chrom-Molybdän-Stähle mit verringerter Sprödbrechempfindlichkeit nach Abkühlung von Temperaturen über  $1000^{\circ}\text{C}$ , bestehend aus 0,001 bis 0,08 % Kohlenstoff, 0,10 bis 0,60 % Silizium, 0,10 bis 0,60 % Mangan, 13,00 bis 24,00 % Chrom, 1,00 bis 3,00 % Molybdän, 0 bis 0,60 % Nickel und einem Titangehalt von mindestens dem 12-fachen des Kohlenstoffgehaltes, Rest

4

Eisen mit den üblichen Verunreinigungen.

Der in den erfindungsgemäßen Stählen vorgesehene Titanzusatz kann gegebenenfalls ganz oder teilweise durch Niob im Ausmaß des 2-fachen Titangehaltes ersetzt werden. Die unter die Erfindung fallenden Stähle eignen sich wegen ihrer geringeren Sprödigkeit nach Abkühlen von Temperaturen über  $1000^{\circ}\text{C}$  besonders zur Herstellung von Gegenständen, die höheren Dauerbeanspruchungen, vorzugsweise stoßartiger oder schwingender Belastungen, ausgesetzt sind.

Es hat sich weiters als zweckmäßig erwiesen, ferritische Chromstähle, die von hohen Temperaturen abgekühlt werden, z.B. beim Schweißen, zur Wiedererlangung der Verformungsfähigkeit in einem Temperaturbereich zwischen  $100$  und  $650^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise bei ca.  $350^{\circ}\text{C}$ , einer Wärmebehandlung zu unterziehen. Die Haltezeit soll dabei womöglich 25 bis 30 Minuten und mehr betragen.

Zur Verringerung der Sprödigkeit ist die Anwendung der genannten Wärmebehandlung bei ferritischen Stählen, insbesondere ferritischen Chromstählen, nach Abschrecken von hohen Temperaturen von Vorteil.

An Hand eines unter die Erfindung fallenden Stahles wird gezeigt, in welcher Weise bei Schweißversuchen die relative Sprödbrechunempfindlichkeit aussieht.

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	Ti:C
0,032	0,38	0,50	16,92	0,17	1,02	0,46	14,4

Bruchfestigkeit .....	48,6; 46,5 kp/mm <sup>2</sup>
Streckgrenze .....	37,3; 35,5 kp/mm <sup>2</sup>
Bruchdehnung (l = 5d) .....	24,1; 23,7 %
Einschnürung .....	49,0; 53,3 %
Biegewinkel nach DIN 50121 ....	180°; 180°; 130°

Der Bruch der Zerreißproben erfolgte im Grundwerkstoff.

Im Vergleich ergab ein ferritischer Chrom-Molybdän-Titan-Stahl mit ungefähr 0,09 % Kohlenstoff, 17,1 % Chrom, 1,7 % Molybdän, 0,63 % Titan (7 x C) beim Biegeversuch nach DIN 50121 bei drei Biegeversuchen nur maximal zwei Biegeproben von 180°. Der erfindungsgemäße Stahl zeigt somit eine wesentlich geringere Sprödigkeit als der Vergleichsstahl.

Die nicht zu erwartende und als überraschend anzusehende besonders geringe Empfindlichkeit gegen Erhitzung auf hohe Temperaturen der unter die Erfindung fallenden Stähle wird durch den Zusatz größerer Mengen des starken Nitrid-Karbidbildners Titan ausgelöst, wodurch eine stärkere Anreicherung und Übersättigung des  $\alpha$ -Mischkristalls an Kohlenstoff und Stickstoff mit den sich daraus ergebenden negativen Effekten auf die Verformungsfähigkeit verhindert wird.

Mit dem zunehmenden Verhältnis Titan zu Kohlenstoff zeigt sich eine Zunahme des erreichbaren Biegewinkels sowie eine Abnahme der Härte. Eine Wärmebehandlung bei 350° C mit beispielsweise einstündiger Dauer bringt

bereits eine völlige Regeneration der Verformungsfähigkeit der ursprünglich versprödeten Stähle. Bei einem Verhältnis von Titan zu Kohlenstoff von 14 - 15 zu 1 wird praktisch ein Tiefstwert der Härte erreicht. Höhere Verhältnisse von Titan zu Kohlenstoff bringen an sich keine wesentlichen Verbesserungen mehr.

Der Zusatz von Molybdän in den erfindungsgemäßen Stählen bringt eine Kornverfeinerung, die sowohl nach dem Warm- und Kaltwalzen als auch nach Erhitzen auf Temperaturen über 1000° C beobachtbar ist. Diese Kornverfeinerung bzw. Verringerung der Kornwachstumsgeschwindigkeit wirkt sich hinsichtlich der Sprödbrochanfälligkeit und Dauerfestigkeit sehr positiv aus. Durch die Kombination mit dem erhöhten Titangehalt, der die Hochtemperaturversprödung wesentlich verringert, mit einem Molybdänzusatz, der eine Verringerung der Anfälligkeit für das Kornwachstum bewirkt, werden die Eigenschaften der erfindungsgemäßen Stähle nach Erhitzen auf hohe Temperaturen und nachfolgender Abkühlung wesentlich verbessert.





## P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Korrosionsbeständiger, schweißunempfindlicher, ferritischer Chrom-Molybdän-Stahl mit verringerter Sprödbruchempfindlichkeit nach Abkühlung von Temperaturen über  $1000^{\circ}\text{C}$ , dadurch gekennzeichnet, daß er aus 0,001 bis 0,08 % Kohlenstoff, 0,10 bis 0,60 % Silizium, 0,10 bis 0,60 % Mangan, 13,00 bis 24,00 % Chrom, 1,00 bis 3,00 % Molybdän, 0 bis 0,60 % Nickel und einem Titangehalt von mindestens dem 12-fachen des Kohlenstoffgehaltes, Rest Eisen mit den üblichen Verunreinigungen besteht.

2. Stahllegierung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Titan ganz oder teilweise durch Niob im Ausmaß des 2-fachen Titangehaltes ersetzt sein kann.

3. Stahllegierung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß diese nach Aussetzen höheren Temperaturen anschließend einer Wärmebehandlung im Temperaturbereich zwischen  $100$  und  $650^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise bei ca.  $350^{\circ}\text{C}$ , unterzogen werden.